

第7部門第2区分

(43)公表日 平成6年(1994)5月19日

(51)Int.Cl.
H01S 3/096業別記号
序内整理番号
7131-4M

F1

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全13頁)

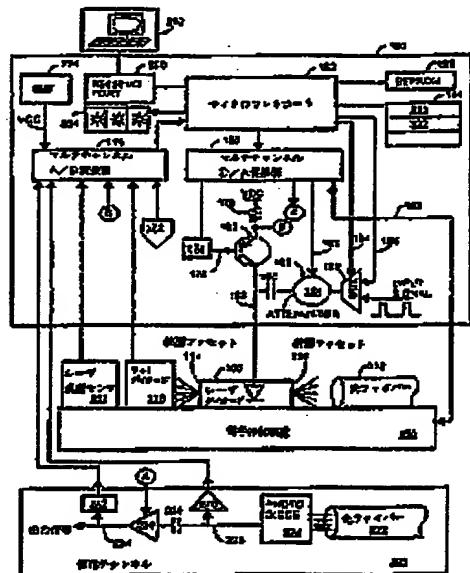
(21)出願番号 特願平3-514471
 (22)出願日 平成3年(1991)7月31日
 (36)翻訳文提出日 平成6年(1994)3月16日
 (36)国際出願番号 PCT/US91/05302
 (37)国際公開番号 WO92/05608
 (37)国際公開日 平成4年(1992)4月2日
 (31)優先権主張番号 583,178
 (32)優先日 1990年9月14日
 (33)優先権主張国 米国(US)
 (81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,
 DK, ES, FR, GB, GR, IT, LU, NL, SE,
 AU, JP, KR)

(71)出願人 フィニザー コーポレイション
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 94028 メンロ パーク エディソン ウ
 エイ 3516
 (72)発明者 レヴィンソン フランク エイチ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 94061 レッドウッド シティー ノーサ
 ンバーランド アベニュー 317
 (74)代理人 弁理士 中村 亮(外6名)

(50)【発明の名称】半導体レーザダイオードのバイアス制御方法とコントローラ

(57)【要約】

レーザーダイオードコントローラ(102)がプログラムマイクロコントローラ(162)を使用して、レーザーダイオード(100)の動作点を発生選択する工程を正確に制御する。レーザーダイオード(100)は光を送信するための前方ファセット(切子面)、及びレーザーダイオード光学出力電力をモニターするための後方ファセットを有している。レーザーダイオード(100)の後方ファセット(114)が一度調整されると、コントローラはレーザーダイオードの動作特性を正確にモニターすることができ、レーザーダイオード(100)の電流動作特性に基づいて、最適な動作点電流を選択することができる。レーザーダイオード(100)の調整中、コントローラ(102)は駆動電流に対するレーザーダイオード光学出力電力の直線性をチェックすることができ、従って、レーザーダイオード(100)の欠陥を検出することができる。完全二重光学リンクにおいて、本発明のコントローラ(102)は、リンクの完全性が達成されるまで、レーザーダイオードが基準強度一杯で発光することを阻止し、これによって、レーザーダイオード



ドからの光が使用者の目に偶発的に損傷を与えることを阻止する。従って、コントローラ(102)は、完全二重リンクを使用して、他の場合では使用されるよりより低い動作点駆動電流を通過することができ、レーザーダイオード(100)の寿命を大幅に引き延ばす。レーザーダイオードの動作点特性は、経時変化し、コントローラ(102)がレーザーが故障する時を予測することが可能となる。コントローラ(102)は、不揮発性メモリー内のレーザーダイオード(100)の動作特性を記録し、これらの特性の変化を解析し、これらの変換が所定の故障予知判断基準と一致する時、故障警報メッセージを発生する。

ことを特徴とする請求範囲1に記載のレーザーダイオードコントローラ。

5. 上記ディジタルデータプロセッサが、上記レーザーダイオードの上記の算出された動作特性をあらかじめ定義された判定基準と比較し、上記の算出された動作特性が上記のあらかじめ定義された判定基準を越えたときにエラー信号を発することによって上記レーザーダイオードの品質検査を行なうように、さらにプログラムされていることを特徴とする請求範囲1に記載のレーザーダイオードコントローラ。

6. 上記ディジタルデータプロセッサが、上記レーザーダイオードの動作特性をも駆動電流を増加したときにそれに応じる妥当な光パワーの増加が得られるかどうかの検査を上記の受信した光パワー判定信号に基づいて行い、上記レーザーダイオードがあらかじめ定義された動作特性的判定基準を越えたときにエラー信号を発するようにプログラムされていることを特徴とする請求範囲1に記載のレーザーダイオードコントローラ。

7. 上記レーザーダイオードコントローラがさらに

第2のレーザーダイオードが発生した光を受信するための受信チャンネルを有し、上記2つのレーザーダイオードが全デューブレックス光リンクを構成するようになられており、

上記レーザーダイオードコントローラがさらに

上記受信チャンネルを上記ディジタルデータプロセッサに結合し、上記第2のレーザーダイオードの上記の受信した光の駆動光パワーに対する受信パワー信号を発生するためのモニタ手段を有しており、

上記のディジタルデータプロセッサが上記の受信パワー信号を監視する手段を備えており、該ディジタルデータプロセッサが

8. 上記の受信パワー信号をあらかじめ定義された判定基準と比較することにより、上記の2つのレーザーダイオードの間に確実に全デューブレックス光リンクが構成されているかどうかを判定し、

9. 全デューブレックス光リンクが確実に構成されていることが判定される前ににおいては、上記レーザーダイオードに対する上記駆動電流レベルは第1のレベ

請求の範囲

1. レーザーダイオードのコントローラにおいて、該コントローラがレーザーダイオードから放出された光の一回を受信して、この受信した光の光パワーに対する信号を算する光パワーセンサと、

算定されたレベルの駆動電流を上記レーザーダイオードに供するため上記レーザーダイオードに結合された駆動電流回路と、

上記光パワーセンサと上記駆動電流回路とに結合され、上記レーザーダイオードに供する上記の算定されたレベルの駆動電流を設定し、上記光パワー判定信号を上記光パワーセンサから受信するディジタルデータプロセッサ

とを有し、

上記ディジタルデータプロセッサが上記駆動電流を一定の値に固定的に設定して、上記のレーザーダイオードの動作特性を駆動電流の各々の値ごとに受信した光パワー判定信号に基づいて上記のレーザーダイオードの1つの動作特性を算出することにより、上記レーザーダイオードの動作性を定期的に検査し上記算出された動作特性が上記の不揮発性メモリに記録された上記の動作特性と比較してあらかじめ定義された判定基準を越えた場合にはエラー信号を発する

ことによって上記レーザーダイオードの基準化の操作を行なうように、さらにプログラムされている

ことを特徴とするレーザーダイオードのコントローラ。

2. 上記レーザーダイオードコントローラが

上記ディジタルデータプロセッサに結合された不揮発性メモリをさらに有しており、

上記ディジタルデータプロセッサが

〈A〉上記レーザーダイオードの上記の算定された動作特性を表すデータを上記不揮発性メモリに記録し、

〈B〉上記駆動電流を一定の値に固定し、駆動電流の各々の値ごとに受信した光パワー判定信号に基づいて上記のレーザーダイオードの1つの動作特性を算出することにより、上記レーザーダイオードの動作性を定期的に検査し上記算出された動作特性が上記の不揮発性メモリに記録された上記の動作特性と比較してあらかじめ定義された判定基準を越えた場合にはエラー信号を発する

ことによって上記レーザーダイオードの基準化の操作を行なうように、さらにプログラムされている

ルに設定するようにし、

〈C〉全デューブレックス光リンクが確実に構成されていることが判定された時ににおいては、上記レーザーダイオードに対する上記駆動電流レベルを第2のレベルに設定する

ようにプログラムされており、上記第1の駆動電流レベルにおける場合と比較して上記の第2の駆動電流レベルは上記のレーザーダイオードが少なくとも2倍の光出力パワーを発生するようになされていることを特徴とする請求範囲1に記載のレーザーダイオードコントローラ。

6. 上記のディジタルデータプロセッサが上記受信パワー信号をモニタすることによって上記全デューブレックス光リンクの誤れを検出を行うようになられており、上記誤れが検出された場合には上記駆動電流レベルをリセットして上記第1のレベルに戻すようにプログラムされていることを特徴とする請求範囲1に記載のレーザーダイオードコントローラ。

7. 上記のディジタルデータプロセッサが上記受信パワー信号があらかじめ定めた大きさ以上には少しでないかどうかを検出し、そのような減少が検出された場合には警告信号を発生し、これによって該ディジタルデータプロセッサは上記全デューブレックス光リンクを介して伝送されたデータが監視されようとしていることを検出することができるようプログラムされていることを特徴とする請求範囲1に記載のレーザーダイオードコントローラ。

8. 上記駆動電流回路が

エミッタが電源に接続され、ベースが上記ディジタルデータプロセッサに接続され、コレクタが上記レーザーダイオードに直接に接続されているバイポーラトランジスタと、

上記コレクタに接続されたキャパシタとを有し、

上記キャパシタは上記コレクタを入力信号ラインに実質的に結合させ、上記入力信号ラインが上記レーザーダイオードによって送信される高周波信号の伝送を行なうようになされている

ことを特徴とする請求範囲1に記載のレーザーダイオードコントローラ。

6. 上記レーザダイオードコントローラが上記ディジタルデータプロセッサに接続された不揮発性メモリをさらに有し。

上記ディジタルデータプロセッサが、上記光パワーセンサに対するキャラブレーション特性と、立ち上げ時の値と、上記レーザダイオードの上記の測定された動作特性とを複数データを上記不揮発性メモリに記録し、上記コントローラの電源を投入される度に上記の記録されたデータを用いて上記レーザダイオードに対する上記駆動電流レベルの設定を行うようにするプログラムを作成しておる。

これによって上記コントローラの電源が投入される度にキャラブレーションを行うのを要しない、また上記コントローラを再立ち上げすることなしに上記レーザダイオードの再起動を行なうことが可能となされている。

ことを特徴とする特許図1に記載のレーザダイオードコントローラ。

10. 多チャンネルレーザダイオード装置が、

複数のレーザダイオードと、

上記レーザダイオードから放電された光の一射を受信し、この受信した光の光パワーに対する光パワー測定信号を発生するため、上記の各々のレーザダイオードの近傍に個々に接続された光パワーセンサと、

測定されたレベルの駆動電流を上記の対応するレーザダイオードにそれぞれ別個に供給するために上記の各々のダイオードに個々に接続された駆動電流回路と、上記レーザダイオードに供給する上記の電流が測定された駆動電流レベルを設定し、また上記光パワーセンサから上記光パワー測定信号を受信するため、上記のすべての光パワーセンサと上記のすべての駆動電流回路とに接続されている1つのディジタルデータプロセッサ

とを有し、

上記ディジタルデータプロセッサが、上記の各々のレーザダイオードに対して上記駆動電流を一連の値に段階的に設定して、駆動電流の各々の値ごとに、受信した光パワー測定信号に基づいて上記の各々のレーザダイオードの動作特性を検出し、上記の各々のレーザダイオードの駆動電流レベルを上記の受信した光パワー測定信号に基づいて選択するようにプログラムされている。

ことを特徴とする多チャンネルレーザダイオード装置。

動作特性とを有するデータとを上記不揮発性メモリに記録し、

(d) 上記コントローラの電源が投入される度に、上記の記録されたデータを用いて上記レーザダイオードに対する上記駆動電流レベルの設定を行うようにするプログラムを作成しておる。

これによって上記コントローラの電源が投入される度にキャラブレーションを行うのを要しない、また上記コントローラを再立ち上げすることなしに上記レーザダイオードの再起動を行なうことが可能となされている。

ことを特徴とする特許図1に記載の多チャンネルレーザダイオード装置。

14. 使温フッセットと前面フッセットとを有するレーザダイオードのためのコントローラにおいて、該コントローラが、

レーザダイオードの使温フッセットから放電された光の一射を受信し、この受信した光の光パワーに対応する光パワー測定信号を有する使温フッセットフットダイオードと、

用記されたレベルの駆動電流を上記レーザダイオードに供する度に上記レーザダイオードに接続された駆動電流回路と、

上記使温フッセットフットダイオードと上記駆動電流回路とに接続されて、上記レーザダイオードに即ち上記の測定されたレベルの駆動電流を供給し、上記光パワー測定信号を上記使温フッセットフットダイオードから受信するディジタルデータプロセッサ

とを有し、

上記ディジタルデータプロセッサが上記駆動電流を一連の値に段階的に設定して、上記のレーザダイオードの動作特性を駆動電流の各々の値ごとに受信した光パワー測定信号に基づいて算出し、上記レーザダイオードの駆動電流レベルを上記の受信した光パワー測定信号に基づいて選択するようにプログラムを作成しておる。

ことを特徴とするレーザダイオードのコントローラ。

15. 駆動電流をレーザダイオードに供給して光を発生させるステップと、

上記の発生された光の光パワーを検出するステップと、

ディジタルデータプロセッサを構成し該ディジタルデータプロセッサの制御の下に、自動的に上記駆動電流を一連の値に段階的に設定し、各駆動電流の値に対

11. 上記の各々の駆動電流回路か

エ) フィルタを駆動電流回路に接続され、ベースが上記ディジタルデータプロセッサに接続され、コレクタが上記レーザダイオードに直接に接続されているバイオーラトランジスタと、

上記コレクタに接続されたキャラブレーション

とも有し、

上記キャラブレーションは上記コレクタを入力信号ラインに電気的に結合させて、上記入力信号ラインが上記レーザダイオードによって受信される電荷放電信号の伝送を行なうようになされている。

ことを特徴とする特許図1に記載の多チャンネルレーザダイオード装置。

16. 上記多チャンネルレーザダイオード装置が、

上記ディジタルデータプロセッサに接続された不揮発性メモリをさらに有しておる。

上記ディジタルデータプロセッサ

(A) 上記レーザダイオードの上記の算出された動作特性を有するデータを上記不揮発性メモリに記録し、

(B) 上記駆動電流を一連の値に段階的に設定し、駆動電流の各々の値ごとに受信した光パワー測定信号に基づいて上記レーザダイオードの1組の動作特性を算出することにより、上記レーザダイオードの動作特性を直接的に測定し、上記の算出された動作特性が上記の不揮発性メモリに記録された上記の動作特性と比較してあらかじめ定義された判定基準を満たさない場合にはエラー信号を発する

ことによって上記の各々のレーザダイオードの逐年劣化の検出を行うように、

さもなくプログラマされている。

ことを特徴とする特許図1に記載の多チャンネルレーザダイオード装置。

17. 上記多チャンネルレーザダイオード装置が上記ディジタルデータプロセッサに接続された不揮発性メモリをさらに有し、

上記ディジタルデータプロセッサが、

(A) 上記各々の光パワーセンサに対するキャラブレーション係数と、上記レーザダイオードの立ち上げ時の値と、上記レーザダイオードの上記の算出された

する上記光パワーの測定値を受信し、各駆動電流の値に対して受信された上記の光パワー測定値に基づいて上記レーザダイオードの動作特性を算出し、上記の受信された光パワー測定信号に基づいて上記レーザダイオードに対する駆動電流を設定するステップ

とからなることを特徴とするレーザダイオードの制御方法。

18. 上記レーザダイオードの上記の算出された動作特性を有するデータを不揮発性メモリに記録するステップと、

上記駆動電流を一連の値に段階的に設定し、各駆動電流の値に対して受信された上記光パワーの測定値に基づいて上記レーザダイオードの動作特性を算出し、上記の算出された動作特性と比較してあらかじめ定義された判定基準を満たさない場合にはエラー信号を発することによって定期的に上記レーザダイオードの動作特性を検出するステップ

とをさらに有することを特徴とする特許図1に記載のレーザダイオードの制御方法。

19. 上記の算出された動作特性を、あらかじめ定義された判定基準と比較するステップと、

上記の算出された動作特性があらかじめ定義された判定基準を満たさない場合にはエラー信号を発するステップ

とをさらに有することを特徴とする特許図1に記載のレーザダイオードの制御方法。

20. 上記レーザダイオードの構成並びにむち駆動電流を増加したときにそれに對応する大きな光パワーの増加が得られるかどうかの検査結果を上記の受信された光パワー測定信号に基づいて行い、上記レーザダイオードからあらかじめ定義された検査結果が検査結果を満たさない場合にはエラー信号を発することによって定期的に上記レーザダイオードの動作特性を検出するステップ

とをさらに有することを特徴とする特許図1に記載のレーザダイオードの制御方法。

21. 第2のレーザダイオードが発生した光を受信するための受信チャネルを構成し、上記2つのレーザダイオードが全デューブレックスをリンクを構成する

上記第2のレーザダイオードが発生した光の受光光についての直光光パワーを固定するステップと、

上記のディジタルデータプロセッサの制御の下に上記第2のレーザダイオードについての回路光パワー測定値を算出し、上記の直光光パワー測定値をもじめ固定されたれ定価値と比較することにより、上記の2つのレーザダイオードの間に隔離に立地するデータリンクが構成されているかどうかを判定し、企画データリンク先リンクが隔離に構成されていることが判定されるとおいては上記レーザダイオードに対する上記驱动電流レベルを第1のレベルに設定するようにし、企画データリンク先リンクが隔離に構成されていることが判定されないおいては上記レーザダイオードに対する上記驱动電流レベルを上記第1の驱动電流レベルにおける場合と比較して上記のレーザダイオードが少なくとも2倍の光出力パワーを発生する第2のレベルに設定するステップ。

さらに有することを特徴とする請求項15に記載のレーザダイオードの制御方法。

21. 上記直光光パワー測定値をモニタすることによって上記企画データリンク先リンクの状態を検出し、上記検出が実現された場合には上記驱动電流レベルをリセットして上記第1のレベルに戻すステップをさらに有することを特徴とする請求項10に記載のレーザダイオードの制御方法。

22. 上記直光光パワー測定値があらかじめ定めた大きさ以上に減少しない場合を検出し、そのような減少が検出された場合には警告信号を発生し、これによって上記企画データリンク先リンクを介して転送されたデータが迷惑されようとしていることを検出するステップをさらに有することを特徴とする請求項10に記載のレーザダイオードの制御方法。

23. 上記の驱动電流を供給するステップが

エミッタが電極に接続され、ベースが上記ディジタルデータプロセッサに接続され、コレクタが上記レーザダイオードに直接に接続されているもバイポーラトランジスタを構成するステップと、

上記コレクタが接続されたチャッパシタを接続し、該チャッパシタによって上記コレクタを入力信号ラインに誘導的に結合させて、上記入力信号ラインが上記レ

ダイオードによって発生される驱动電流信号の伝送を行うようになりますステップとを含んで、ことを特徴とする請求項15に記載のレーザダイオードの制御方法。

24. 上記レーザダイオードの上記の算出された動作特性と、上記の光出力パワー測定を行うためのキャリブレーション係数と、上記レーザダイオードの立ち上げ時の値とを組むデータを不揮発性メモリに記録するステップと、

上記コントローラの電源が投入される度に、上記不揮発性メモリに記録された上記データを用いて、上記レーザダイオードに対する上記驱动電流レベルの設定を行なうステップ。

とをも有することを特徴とする請求項15に記載のレーザダイオードの制御方法。

25. 脈衝の驱动電流を複数のレーザダイオードの各々に供給して光を発生させるステップと、

上記の各々のレーザダイオードから発生された光の光パワーを測定するステップと、

1つのディジタルデータプロセッサを構成し第1つのディジタルデータプロセッサの制御の下に、自動的に上記驱动電流を一連の値に順次的に設定し、各驱动電流の値に対して上記各々のレーザダイオードが発生する光の光パワーを測定し、各驱动電流の値に対して測定された上記の光パワーの値に基づいて上記レーザダイオードの各々についての動作特性を算出し、上記の光パワー測定値に基づいて上記レーザダイオードの各々にかかる驱动電流レベルを設定するステップを含むことを特徴とする請求のレーザダイオードの制御方法。

26. 上記ディジタルデータプロセッサに接続された不揮発性メモリを構成するステップと、

上記ディジタルデータプロセッサの制御の下に、(A) 上記レーザダイオードについての上記算出された動作特性を接続データを上記不揮発性メモリに記録し、(B) 上記驱动電流を一連の値に順次的に設定し、各驱动電流の値に対して測定された光パワーの値に基づいて上記レーザダイオードの1連の動作特性を算出し、上記の算出された一連の動作特性が上記不揮発性メモリに記録された上記の動作

特性と比較してあらかじめ記載された判定基準を満たさない場合にはエラー信号を発することによって定期的に上記レーザダイオードの動作性を検することによって上記レーザダイオードの経年劣化を検出するステップ。

とをさらに有することを特徴とする請求項24に記載の複数のレーザダイオードの制御方法。

四 摘 要

半導体レーザダイオードのバイアス制御方法とコントローラ

本発明は、自動的に半導体レーザダイオードに関し、さらに具体的にはレーザダイオードにバイアスを施し駆動するための制御方法とコントローラに関するものである。

技術的背景

図1において、100はレーザダイオード、102は伝統技術によるアナログレーザダイオードコントローラである。レーザダイオード100は前方ファセット110を有しており、そこからコヒーレント光が放射される。この放射された光は通常は光ファイバー112などの光学器具に伝達される。また114は後方ファセットである。後方ファセット114から放射された光は光ファイバード116によって受光され、レーザダイオード100から放射された光パワーの大きさが隔離的にモニタされる。一概に前方ファセット110から放射された光パワーの大きさは後方ファセット114から放射される光パワーの大きさと隔離的な比較關係がある。

パワー(前方ファセット)コバワー(後方ファセット)/K多くの場合、Kは1に近いが、ファットダイオード116が前方ファセットから隔離に受け取るパワーとチャージごとにいろいろ異なる2つた様となる。従って、それぞれのレーザダイオードごとに個々に校正を行なう必要がある。

通常はレーザダイオード100、前方ファセットファットダイオード116、および後方光ファイバー112(または後方光ファイバーを保護するための保護)は共通の基板あるいはハウジング118に一緒に取り付けられる。場合によっては、レーザダイオード100を固定された位置に維持するためにハウジング118に固体電子治具装置を備えるようにすることもある。

図2に示されているように、レーザダイオードの光出力パワーはレーザダイオードの驱动電流に対して非線形な関数となっている。具体的には、前方光バイアス電流を半導体レーザに供するとき、最初の低電流領域においては発光ダイオード(LED)に類似の発光特性を示す。このときに発光される光は自然放射光として出されている様のものであり、光はレーザダイオード共通の屈折された原点からランダムに放射される。このような光放射の量は通常LEDモードと呼ば

れている。

駆動電流が大きい電流と呼ばれるある点になると、レーザダイオードの電流が光に変換される効率が逆に悪化する。この電流変換を極にしてレーザダイオードはしづきモード動作からレーザード動作に変わる。

非常に大きくなると見えないいろいろな種類のレーザダイオードの大きい電流は、同じ程度の量の範囲内にあるといえるが、同じ型のレーザダイオードであっても、その大きい電流がレーザダイオードごとに違った値を有しており、また温度によって変化する。また大きい電流は使用しているうちに次第に変化する。例えば、あるレーザダイオードの大きい電流は温度によっても0.01%あるいはそれ以上に異なる。レーザダイオードはこのように温度に対して敏感であるために、ある駆動電流が与えられたとき、ある温度においては所要のレベル以上の動作を行ひうるので、別の温度ではレーザ動作をしなくなってしまう。

レーザダイオードがレーザード動作しているときすなわち大きい電流以上の駆動電流で動作しているとき、レーザダイオードの効率を示す部分特性値を定義することができる。さらに具体的に言えばレーザダイオードの部分効率は、レーザダイオードがレーザモードで動作しているとき、レーザの光出力パワーの変化分の駆動電流変化分に対する比に等しい。部分効率はレーザダイオードごとに違った値を有し、また温度とともに変化する。また、駆動電流を示す。

レーザダイオードの「動作点」すなわちバイアス電流 I_b はレーザダイオードを使用するユーザーにとって、レーザ動作をする電流範囲内でもしかも入力信号で電流を変換したときにレーザモードを操作できる点に設定される。さて、もし入力信号の最大変化が動作点よりもMVだけ低い点まで及ぶものとすると、動作点は $I_b + \Delta I_b$ よりも大きくななければならぬ。さらに、動作点は、光出力フォトダイオードが活性化された光を発光するのに十分なだけ大きな値に設定されなければならぬ。かく、動作点はレーザダイオードが駆動してしまったほど高く設定されなければならない。

図1にあって、従来技術によるダイオードコントローラ103は通常はボテンショメータ122あるいはその他の類似の回路に組合されたアナログフィードバックグループ120を有しており、これによつてマニアルでレーザの動作点の調

整を行つ。通常、ユーザーはレーザダイオードコントローラの電源を投入する前にフィードバックグループ120の制御をあらかじめに設定しておき、光出力パワーが所定の値に達するまでマニアルで制御を追加していく。光出力パワーは通常は前方ファセットで光ファイバー111まで結合されたもう1つのフィットダイオードを用いて測定されるか、あるいはこれより類似のやり方で行われる(図示せず)。レーザダイオードコントローラ102のキャリブレーションがボテンショメータ122を用いて行われた後に、既定すべき信号がキャバレーター124を介してレーザダイオードの動作電流 I_b に対しても装置され、かくしてレーザダイオード111の光出力パワーが駆動される。

場合によって、アナログコントローラは通常のボテンショメータを用いてしない電流、動作バイアス電流、後方ファセットフォトダイオードフィードバック制御を別個に設定するようになられるが、このような複数はアナログコントローラの複雑を強調にし、また高価なものになつてしまふ。

一般にどのようなレーザダイオードであっても、もした出力パワーがある一定の限界を超えると駆動する。レーザモードで動作しているレーザダイオードの光出力は非常に高い傾き特性を有しているため、一般に動作点の設定している基準にレーザダイオードは極めて簡単に駆動してしまう。実際には、例えば電気会社が電気信号を光ファイバーを用いて伝達するためのレーザダイオードやケーブルテレビジョンなどで用いられるレーザダイオードなどの実際には異なる多種のレーザダイオードがキャリブレーション用のボテンショメータを高く回しきたり、あるいはキャリブレーションを行なう際の前回ファセットの出力をモニタする位置の問題によつてレーザダイオードに加えられるパワーが大きくなりすぎたり、あるいはその他のいろいろな事象によって起こる。

一般にレーザダイオードのキャリブレーションを行なう際は時間のかかり高価なものであり、また、レーザダイオードは作業者のいろいろな誤った基準にさらされる。

他の従来技術のレーザダイオードコントローラにおける重要な問題は、デバイスが実際に故障する前に、コントローラがその故障をあらかじめ予想することが

できないということである。多くの半導体レーザダイオードが極めて重要な通信システムに用いられており、もしそのようなレーザが故障すると通常ノシステム全体が機能しなくなってしまう。もし、レーザダイオードの命令を正確に予想することしかできれば、命令によって装置の状態が発生する間にレーザダイオードを変換する予防保守プログラムを実行することができる。システムの状態を避けることが可能となる。現在のところ、そのようなレーザダイオードの実験は、実際にはまだ現実可能かどうかにかかわらず、既に一定の使用時間に基づいて行われているに過ぎない。

発明の要旨

本発明によるレーザダイオードコントローラは、プログラムされたディジタルコントローラを用いてレーザダイオードの動作特性を正確に測定し、また逆電流動作プロセスの制御とレーザダイオードの動作パラメータの設定とを行う。レーザダイオードの前面ファセットから放出された光は伝送するための光として用いられ、一方レーザダイオードの表面ファセットからの光はレーザダイオードが生成する光出力パワーのモニタのために用いられる。いとん、レーザダイオードの後面ファセットフォトダイオードのキャリブレーションが行なわれると、コントローラは正確にレーザダイオードの動作特徴のモニタを行つて現在の動作特性に基づいて各種の動作点を設定することができる。

レーザダイオードのキャリブレーションにおいて、コントローラはレーザダイオードの光出力パワーの特性を駆動電流の函数としてチェックし、これによつてレーザダイオードの欠陥を検出することができる。また、既存のトランジスタ基板電力と交換信号との駆動構成を高精度性を低減するため用いる。

並びにブレックス光リンクの光リンクの範囲に本発明によるディジタルコントローラを用い、リンクが完全に結合されてから後にレーザダイオードの光出力を通常の動作強度まで増加させるようになされている。リンクの結合が完全な状態となってから後も、コントローラはリンクの状態が完全かどうかをモニタし続け、もしリンクが切断された場合にはレーザダイオードの出力パワーを低減する。たゞ、このコントローラを用いると、ユーザーがうっかりレーザダイオードで目を損傷してしまうことを防止できる。さらに、コントローラは全デューブレックス

リンクを用いることによって、低い動作点駆動電流を設定し、レーザダイオードの寿命を著しく長くすることができます。

レーザダイオードの動作特性はデバイスを使用していく間に変化していく現象に寿命が尽るるので、この変化をコントローラが検出することによってレーザダイオードがいつ故障するかを予想することができる。本発明によるコントローラはレーザダイオードの動作特性を不規則性モードに評価してこれらの特性変化を分析し、もしこの変化量があらじめ定義された故障予測判定基準と一致すると故障警告メッセージを発する。

技術的最良な実施形態

本発明のその他の目的および特徴は以下の詳細な説明および付属の請求範囲と以下の図面を参照することにより容易に理解できるであろう。

図1は従来技術によるレーザダイオードおよびコントローラのブロック図である。

図1Aは従来技術のレーザダイオードに適用した従来技術の遮光板チャート回路を示している。

図2はレーザダイオードの駆動電流と動作出力パワーとの関係を示したグラフである。

図3は本発明によるレーザダイオードコントローラのブロック図である。

図4はレーザ前面ファセットフォトダイオードのキャリブレーションを行な際に、光出力モードレーザダイオードとコントローラへどのように接続するかを示した図である。

図5は全デューブレックス光リンクを示すブロック図である。

図6はレーザダイオードの特性の実際的な経時変化の例を示したグラフである。

図7はレーザダイオードコントローラの特徴的な実施例における、不規則性モードが切離されたデータの例を示した図である。

図8および図9は本発明によるレーザダイオードのキャリブレーションおよび立ち上げの方法を示したフローチャートである。

図10は全デューブレックス光リンクの各レーザダイオードの立ち上げ方法を

できなくなる。温度が高くなり過ぎたときに自動的にレーザダイオードのパワーコントロールによって、温度がレーザダイオードが破壊してしまうことを防ぐことができる。

また、マルチチャンネル/D/A変換器170はコントローラの電源174の安定性のモニタを行うのにも使用することができます。レーザダイオードD160がサーブ電流あるいはその他の電流の変動による電気的な信号を受けやすくなっているので、1つの環境で実験室においてはデジタルコントローラ160はレーザダイオードD160を立ち上げる前に、電源174の安定性を検査し、立ち上げ後も電源のモニタを続行するようにプログラムされている。

マルチチャンネルデジタル/アナログ(A/D)変換器180は、(1)レーザダイオード160のバイアス電流を設定するため、(2)入力信号アティクタ181の測定を制御するため、(3)電子冷却装置150を制御するためで用いられる。具体的には、マイクロコントローラ162はレーザダイオードのバイアス電流のデジタル設定値を生成し、D/A変換器180によって、この値がアログ電圧信号に変換される。この変換されたアナログ電圧信号はさらに長い時間(用いられる実験例により、1から4秒程度)を有するRCフィルタ175によって低域信号成分だけを通過させて取り出し、このフィルタを通過した信号がライン178を介してPNPトランジスタ182のベースを制御する。このトランジスタ182がまたにレーザダイオード160を駆動する。

コントローラ160はレーザダイオードを駆動する電流を、高周波電源170に接続する電圧降下をモニタすることによって制御する。このとき、具体的には電源174から供給される電圧V₁とトランジスタ182のエミッタのノード電圧V₂とを測定する。図8に示されているように、これらの電圧は両方ともD/A変換器170を介してマイクロコントローラ162によって読み取られる。次にオームの法則を用いてレーザダイオードの電流が算出される。すなはち、電圧は電圧降下をその他の抵抗の抵抗値で割った値に等しいことを用いて計算される。この算出された値からさらにベース電流の値を差引く。このベース電流の値はエミッタ電圧の1/2となることが知られており、これは非常に小さなものであるために、この補正は通常は行わなくともよい。また、送信信号によってレーザダイ

示したフローチャートである。

図1は正確な実験によるレーザダイオードコントローラのユーザインターフェース概要図を示したものである。

図2は本発明によるマルチチャンネルレーザダイオードコントローラを示したブロック図である。

符号の説明

図3は電子冷却装置150の上に取り付けられたレーザダイオード160およびフォトダイオード110を示したものである。電子冷却装置150は、一定の温度で、すなはち温度制御された環境においてレーザダイオード160を動作させるようするためのものである。さらに温度センサ162(例えば熱電対)がレーザダイオード160の近く、あるいは隣接して配置されており、これによってレーザダイオードの温度の測定を行なうようになっている。

レーザダイオード160の動作はデジタルコントローラ162によって制御される。デジタルコントローラ162の中の部品は例示すればHC11あるいはHC08(両方ともトヨタ製品である)などのマイクロコントローラ162である。パワー入力シーケンス制御プログラムをもつて運転動作時のデバイスモニタ・制御プログラム392などの、マイクロコントローラ162のためのソフトウェアはリードオンリーメモリ(ROM)または(書き込み用)電気的プログラムブルーリードオンリーメモリ(EEPROM)164に保存されている。レーザダイオード160のデバイス特性はコントローラ162によって設定されてEEPROMなどの不揮発性メモリ164に保存されるが、これについては後にさらに詳細に説明を行う。

マイクロコントローラはマルチチャンネルアナログ/デジタル(A/D)変換器170を介して、レーザ温度センサ162、表面ファッティドダイオード116、表面温度センサ172から生成される出力信号のモニタを行う。マイクロコントローラ162は表面温度センサ172のモニタを行い、表面温度が過大になったときにはレーザダイオード160のパワーを切断するようになされている。表面温度がある一定値以上より高くなると、通常は、電子冷却装置150はレーザダイオード160の温度を十分に低い温度に維持し続けることが可能であ

オードの駆動電流が強調されることによって生じる電流のゆらぎ効果を除去するために、マイクロコントローラ162はレーザダイオードの平均動作を行なう。

多くのレーザダイオードの駆動電流および光リンク設計基盤はレーザダイオードへの交換信号の低周波数で示されているように、複数トランジスタ182のベースを介して行なうか、あるいはもしくは、目11に示したような高周波チャージ回路を用いて行なうとの利点を認識するに至っている。ある駆動基盤は実際に図11に示したような高周波駆動チャージをハーフチャッケーラーナイオードパッケージ内に搭載させることにより、交換信号送受信ラインのキャパシタンスを最小化させて高周波の結合による問題(例えば信号の歪など)を低減させている。

トランジスタ182のコレクタをレーザダイオードの高インピーダンス電源端子として用いることの利点は非常に大きい。こうすると、高周波チャージは不要である。好適には、ハイゲートトランジスタ182は通常「高周波トランジスタ」として知られている型の、コレクタキャパシタンスが非常に小さく、また低周波下の交換信号の衰減率が極端に低くなるようなトランジスタが用いられる。このような高周波駆動構成を用いると表面接チューク回路構成を用いた市販の駆動基板のリンクよりもさらにかなり良好な特性特性が得られるものと信じられる。

「高周波」トランジスタ182は小さなキャパシタンスを有するばかりでなく、非常に高周波信号を有するので、RCフィルタ175を通過して電流スパイクからレーザダイオード160を保護することが非常に重要である。一般に、レーザダイオードは電流スパイクを受けると寿命が著しく短くなることが知られている。またに詳細に説明するように全デューリーレックスリンク応用においてはRCフィルタ175は、そのRC時間定数をおよそ0.01秒となるように設定され、これによってリンクの遮断信号レベルが次のレーザダイオードコントローラの間で信号を送達することができるとなるようになっている。

電子的に駆動可能な(すなはち可逆性)光アティクタ184によってレーザダイオード160によって光学的に遮断すべき入力信号の遮断度あるいは遮断度の制御が行なわれる。このように、ライン185のD/A変換器180からの駆動信号は本質的に白鳥制御信号となっている。遮断された入力信号はレーザダイ

オードの駆動ライン188にキャパシタンス190を介して交流的に結合される。入力信号の高周波駆動信号あるいはアログ電圧は通常は外部で生成されてレーザダイオードコントローラ160に印加される。

しかしながら、本発明の1つの実施例においてはマルチプレクサ192が入力信号経路に配置されており、マイクロコントローラ162からのデータをサンクスを介して遮断することが可能なようになされている。この目的のためには、マイクロコントローラ162は入力遮断信号をライン191を介してマルチプレクサ192に送ってその制御を行なう一方で、伝送すべきデータをライン193を介してマルチプレクサの入力ポートの1つに送る。このような構成は実験例における実施例において、対の全データブレッキスリンクコントローラによって、光リンクを介して情報を伝送するために用いられる光のパワーを可能な限り小さくするために用いられている。これについてには後により詳細に説明する。

電子冷却装置150の各部屋は冷却装置150を流れる電流に依存する。この冷却装置を構成する電流の制御は、マイクロコントローラ162からデジタル制御信号をD/A変換器180に送り、さらにD/A変換器180はこの制御信号をアログ電圧に変換してライン186を介して冷却装置150に送ることによって行われる。

また、固体電子冷却装置(TBC)160の制御は、レーザダイオードのハイブリッド(固示せず)の中に記載されたサーミスター152またはその他の温度検出装置からのフィードバック信号を用いてコントローラユニットによって行われる。レーザダイオードの寿命が尽るまでの間、レーザダイオードもある一定の温度に保持されるようにコントローラの設定はなされる。

アナログコントローラを用いた場合には、一般には動作温度を帯びるのは困難である。さらに、アナログコントローラは、温度をもじや操作することができないような条件下となった場合でさえも、なむ設定された温度を維持しようとして過大な駆動を行なうTEC150を強制させてしまうことが知られている。

本発明によるデジタルコントローラは駆動技術の発展に関するこのような問題を次のように解決している。すなはち(1)TECの動作が最適度で許すように、また全体を遮断して冷却し続けることよりも、実験を行なうようにレーザダイ

イオードの動作温度を決定する。(2) ソフトウェアによって、レーザダイオードの通常動作と、パワー動作モード動作(アノモル、レーザダイオードをより低い出力パワーで動作させる)との温度境界を設定し、動作条件が通常動作の仕様範囲から逸脱してしまったときには、パワー動作モードで動作させ、レーザが劣化したり寿命が縮まってしまうのを防ぐ。さらにTBCの駆動電圧は、あるかじめ決められたTECが温度を越こさない最大値以内に制限されてTECが毀損しないようになされている。

ASC11端末あるいはデスクトップコンピュータ20などの外部デバイスへマイクロコントローラ152を接続するために、RS232C入出力ポート200が備えられている。コンピュータ20はEEPROM156に保存されているデータを読み取り、レーザダイオードの設定自働化、蓄積光出力パワーなどのパラメータをコントローラ150に設定することができる。また、RS232Cポート200は後面ファセットフォトダイオード116の初期キャリブレーションを行なう際に用いられる。これについては後述する。

ディジタルコントローラはしばしば、も各種のホストコンピュータの光ファイバーデータリンクを接続するために用いられる。このような場合においては、リソースはホストコンピュータのサブシステムを考えることができる。また、RS232Cポートはホストコンピュータサブシステムデータリンクサブシステムと通信を行うにも用いることができる。リンクの状態、レーザダイオードの経年劣化などの情報はホストコンピュータサブシステムにおいて進行しているモニタソフトウェアアルゴリズムに取扱われる。また、ホストコンピュータはリンクに対してセルフテスト、自動利得制御などの各種の機能の実施をするように指示することもできる。

フロントパネルのLCDの左2/9がマイクロコントローラ150に接続されしており、コンピュータ20をマイクロコントローラの通信ポート200に接続しなくとも、これからのLCDによってレーザダイオード116の状態がわかるようになっている。具体的には、他のLCDは正常の動作状態を示し、また黄色のLEDはコントローラ150がレーザダイオードの立ち上げ処理を行っている最中であることを、また他のLEDはレーザダイオードが故障したか、あるいは文

換する必要がある状態と示していることを示す。

受信チャンネル

本発明の1つの好適な実施例は全デューブレックス光チャンネルへのコントローラの適用である。この場合にはコントローラ150が次に説明する受信チャンネルをともに実現される。しかしながら、本発明の多くの特徴は1方向レーザチャンネルに対して適用できるものである。

受信チャンネル201は通常は標準的な機会の光ファイバを用いた人力尾光リンク222を有している。光リンク222によって伝送された光はファットダイオード224によって電気信号に変換される。この電気信号は変換された信号は電荷成分と交流成分の両方を含んでおり、ライン226に送られる。受信信号の中の交流成分はチャッカ230によって直線部分から分離され、さらに可変増幅器232によって強調されてから、その他のような信号処理が必要であるにしても、ライン226を介してコントローラ150の外部デバイスへ送達される。

交流信号增幅器232の利得はマイクロプロセッサ152によって0/100dBを介して制御される。具体的には交流信号增幅器232の利得はマイクロプロセッサ152にあらかじめの定数・設定されたディジタル設定値に対応した公称増幅度値に設定される。その後、もし信号信号の交流成分(次に説明するピークディテクタ234で測定される)が正電位よりも大きいことが判明したときは増幅器の利得が増大され、また強調した信号が正電位よりも大きいときは利得が減少される。

受信した光信号の電荷成分は直線增幅器240を用いてモニタされる。こうして、ライン226の直線增幅レベルが測定される。この測定された値はマイクロコントローラ222へノルム変換器242を介して送られる。ライン226の又直線增幅器の大きさはピークディテクタ234を介してモニタされ、受信信号の大きさが強調される。

レーザダイオードの自動立ち上げおよび後面ファセットフォトダイオードの初期キャリブレーション

図3、4、9に示すように、レーザダイオードコントローラの電源を投入してレ

ーマライセードを立ち上げる際に考慮すべき物理的状況がある。

第1の考慮すべき状況は図4に示されているように、コントローラ150がその出力を起らうとしている圧力圧についての情報がないということである。従って、後面ファセットフォトダイオード116からのフィードバックがあるのと、それ以外にはレーザダイオード116の動作をフィードバックするものがない。このような状況においては、コントローラの初期ソフトウェアは後面ファセットフォトダイオードの特性と、そのレーザダイオードとの結合特徴がどのようなものであるのかを実験的に知っている必要がある。

第2の考慮すべき状況は、図4に示されているように、コントローラ150およびレーザダイオード116を初めて電源投入しようとする際に起こる問題である。この状況下では、光強度計250が、通常、光ファイバー112を介してレーザダイオードの後面ファセットに結合されている。レーザダイオードのキャリブレーションを行なう。光強度計はレーザダイオード116の出力を結合しているとともに、コンピュータワークステーション202にも結合されている。コンピュータ202はさらにコントローラの通信ポート200に結合されている。

静止状態においては、光強度計250でレーザダイオード116の光出力をモニタしながら、光出力パワーを決定されたレベルに達するまで上昇させる。静止には、このレベルは1回である。光出力パワーの測定値がこのレベルに達すると光強度計から信号がコンピュータ202へ送られる。するとコンピュータ202は対応するノーメーションをコントローラのマイクロコントローラに通信ポート200を介して送る。こうして、コントローラ150は後面ファセットからの光出力パワーがあらかじめ定義された一定レベルにならなかったときに、後面ファセットフォトダイオードの読みかどになるかを求める。

後面ファセットと後面ファセットの光出力パワーの比は常にレーザダイオードごとにかなり異なっている。しかしながら、この比は1つの特定のレーザダイオードに対しては定数となるので、レーザダイオードの後面ファセットフォトダイオードのたゞ1点の測定を行うのみで、レーザダイオードのすべての物理的な性能を求めることができる。測定されたキャリブレーションの値、すなわち前面ファセットからの光出力パワーが1回となっただ時の後面ファセットフォトダイ

オードに対する測定値はコントローラの不揮発性メモリ166に記憶される。この測定値を基にして、コントローラはファットダイオードの後面ファセットからの光出力パワーを以下のよう求めることができる。

パワー(前方ファセット) = パワー(後方ファセット) / K

ただし、パワー(後方ファセット)の単位はWであり、またパワー(後方ファセット)はファットダイオード116で測定される電流の値をK/Wで変換器170によってディジタル値に変換した値であり、Kは不揮発性メモリ166に記憶されたレーザダイオードの後面ファセットに対するキャリブレーション値である。

レーザダイオードパッケージによってはレーザダイオードの光出力に対して後面ファセットフォトダイオードが物理的な影響を示さないものもある。この場合にはコントローラはファットダイオードの測定値とレーザダイオードの出力パワーとの関係を算出するに複数の数学的方程式。例えば3次あるいは8次多项式を用いてプログラムされる。このような方程式の係数を決定するには直面ファセットフォトダイオードの測定値と前面光出力パワーとの値の関係は、予想される動作範囲にわたる数点(通常は1点から12点)についてキャリブレーションを行なうことが必要である。

第3の考慮すべき状況は図5に示されているように、2つの互いに接続されたレーザダイオード300、310を有する全デューブレックス光リンクに関するものである。すなわち、各々のレーザダイオードはそれぞれのディジタルコントローラ302、312を介しており、レーザダイオードのそれぞれの光出力ポート304、314は前方のレーザダイオードの受信ポート306、310に光ファイバー308、318を介して結合されている。

これらの3つの状況の各々に対する前記推計についての簡略を図3、9、10に示したフローチャートを参照しながら以下に行う。

レーザダイオードの重要な特徴は、たとえばデバイスに過大な電流を流したり、あるいは過大な電圧にさらしたりしなくとも、デバイスの特性が変更している間に時間とともに変化している、始同量法には故障してしまうということである。図9はレーザダイオードの典型的な経年劣化を対象温度で示したものである。すなわち、動作温度を一定として吸収電流の測定値を時間の関数として示したもの

ダイオードの駆動電流、動作温度および駆動電圧/パワーについての設定が記載かれている。

レーザダイオード 60 が記述されたばかりの最初においては BEPROM 108 はまだ他のデータも含している。

図 8 もよりにおいて、レーザダイオードコントローラは、その電源が投入される度に、レーザダイオードにパワーを供給する時に電源投入シーケンスプロダクション 90 に起一時で自動立ち上げ遅延シーケンスを実行する。この立ち上げシーケンスの間、フロントパネルの LED が点灯し、レーザダイオードの立ち上げ遅延が行われていることを示すようになっている。

コントローラは、電源から供給される電圧を監視することによって電圧 74 の設定値をチェックし、それを超えるまで、それを超える遅延を行わずに待機する (ステップ 400)。

もし、レーザダイオードが電子冷却装置 (ステップ 402) を実施した後で依然レーザダイオードである場合には、コントローラは電子冷却装置の電源を投入し、レーザダイオード温度センサの測定温度が、そのレーザダイオードに対する設定された目標温度に設定するまで待機する (404)。次に、コントローラは背景温度測定ルーチン 406 を実行して、レーザダイオードの温度が設定された値を超過するように TEC の駆動電流を減らす。好適な感度においては、背景測定ルーチンは TEC の駆動電流が、あらかじめ定められた TEC が実現することなしにいつまでも動作することが可能なレベルよりも最大となるないように制御して、TEC の機能を防ぐ。もし、TEC がレーザダイオードの温度を設定された目標温度近くに維持することができない場合には、背景測定ルーチンによってコントローラは強制的に高出力パワーをあらかじめ定められた値、例えば 2.056W だけ供給され、それによって熱の発生量を少なくして、レーザダイオードの寿命が延びてしまうのを防止する。あるいは、背景測定ルーチンは、より適した駆動電流が供給されるまで最初にレーザダイオードサブシステムの作動を停止させる。

次にマイクロコントローラは不揮発メモリ (BEPROM) 106 にアクセスしてそのメモリにキャリブレーション値が記述されているかどうかを確認する (ステップ 408)。もし、キャリブレーション値が記述されていないとすれば

である。図からわかるように、一定のレベル (例えば 1.0W) の高出力パワーを発生するために必要な駆動電流は、レーザダイオードを使用した時間が長くなるにつれて増大する。通常は、初期の 1000 時間のレーザダイオードの駆動電流にとては、必要な駆動電流の増加は非常にわずかである。また、数万時間の動作まででは駆動電流の増加が見られるに過ぎない。一方、数萬時間においては必要な駆動電流は急速な増加を示す。

設定データは図 7 に示されているようにコントローラ 100 の不揮発性メモリ 106 に保存され、これによってレーザダイオードコントローラの操作が実現においては、レーザダイオードがいつ起動するかを予測し、デバイスの電流に応じる前にカストロニコピータに対してレーザダイオードを交換する必要があることの警告を発することができる。具体的にはあらかじめ定められたレベルの高出力パワーを発生するのに必要な駆動電流がデバイスが示す高い温度のときに必要なとした駆動電流のレベルよりも、比較する初期起動の温度に対する補正を行った後の補正値にに関して、あらかじめ定められた割合 (例えば 1.0W) 以上に増大したとコントローラが判断したときには、デバイスの温度が高まっていることを示す。

図 7 に示されているように、不揮発性メモリのノモリロケーションはマイクロコントローラ 102 によって駆動され、レーザダイオード 3 の前面ファセッタやキャリブレーション部 (スロット 330)、レーザダイオードを最初に電源投入した時のレーザダイオードのデバイス特性基準 (スロット 332)、駆動時間がそれぞれ 1.0、1.00、1.000、1.0000、1.00000 の駆動電流したときのデバイス特性基準 (スロット 334、336、338、340)、レーザダイオードの動作時間数 (スロット 344) を記録するのに用いられる。さらに、レーザダイオードを動作させている間、デバイス特性の測定がコントローラによって定期的に (例えば動作時間 10 時間ごとに 1 回) 行われ、このデバイス特性の測定の結果は不揮発性メモリ 106 のスロット 346 に保存される。デバイス特性の測定値はレーザダイオードの示す高い電流値の測定値、1.0W の高出力パワーを発生するのに必要な駆動電流、およびその測定が記述された時のレーザダイオードの動作温度の一連の測定値から成る。また不揮発性メモリのスロット 348 にはレーザ

それにレーザダイオードを初めて電源投入することを意味するので、次のステップに進んで光放電計が図 4 に示されたような物理的構成によってレーザダイオードの能力に適合しているかどうかを判定する (ステップ 408)。この、光放電計が結合されているかどうかの判定は通信ポート 200 を介してノッセーノを考ることによって行われる。もし、光放電計が正しく結合されている場合には、キャビューテ 30 をから起動するメッセージが送られてくる。

もし、光放電計がレーザダイオードに結合されていない場合には、電源投入前のプログラムは前面ファセットドットダイオードのキャリブレーション値としてデフォルト値を削除し、キャリブレーションステップ 410 は既に起動される。デフォルトとして用いられるキャリブレーション値としては同じ種類のレーザダイオードおよびフィットダイオードに対する「平均値」が採用される (412)。このようなことは計算でできることではあるが、本発明のいくつかの実施形においては、もしレーザダイオードがまだキャリブレーションされていない場合には、光放電計が結合されてキャリブレーションが可能となるまでレーザダイオードの動作を行わないように、コントローラの立ち上げシーケンスプログラムが組まれている。

キャリブレーション (ステップ 410) においては、光放電計の値が光出力パワーがあらかじめ定められたレベル、例えば 1.0W に達するまでゆっくりとレーザダイオードの駆動電流を増加していく。典型的には、駆動電流が例えば 1.0W のような低レベルから開始して非常にゆっくりと例えば 1.0W あたり 1.0W ずつ増加していく。その際、駆動電流の最大上限を例えば 5.0W というように定めておく (もし必要なならば、駆動電流を行なった後火災用いる)。光放電計からの信号が受信されると、駆動電流を一定量で削減し、その間に前面ファセットドットダイオードの電流値を測定し、この測定値を本体記憶メモリ 106 のロケーション 336 にキャリブレーション値として保存する。こうして、前面ファセットドットダイオード電流と前面ファセットドットパワーとの比が求められる。もし、前面ファセットドットダイオードが故障である場合には、さらに測定を行って、前面ファセットドットダイオード電流と前面光出力パワーとの間の関係を定義するが操作方程式の係数を計算する。

次に、レーザダイオードのデバイス特性を測定するためのルーチンが呼び出さ

れる (ステップ 414)。このルーチンを図 9 に示し、以下に説明を行う。このルーチンはレーザダイオードの高出力パワーを駆動電流のある両面にわたって測定し、レーザダイオードの部分発光、高い電流、およびあらかじめ定められた例えは 1.0W の高出力パワーを得るために駆動電流を算出する。

電源投入する上位シーケンスルーチンのステップ 416 において、レーザダイオードの示す高い電流、あらかじめ定められた光出力パワーレベルに必要な動作電流が、現在の動作電流とともに BEPROM 03 の適当なロケーションに記憶される。もし、これがこのレーザダイオードの電源投入をする最初であれば (これは、ロケーション 336 が空であるかどうかを調べることによって判定できる)、これらの値はロケーション 336 に記憶される。そうでない場合には BEPROM のロケーション 346 に記憶される。

次に、ステップ 418 において、ステップ 414 で測定されたデバイス特性があらかじめ定められた 1.0W のデバイスの駆動電流値と比較される。例えば、1.0W の好適な実験室においては、デバイスの駆動電流値はあらかじめ定められた高出力パワーを得るために必要な駆動電流が、必要な温度補正を考慮に入れて求め (デバイスが示すかったとき) の駆動電流よりも 1.0W 以上大きくなつたことを定義される。この駆動電流が定義した時には、デバイスの温度が高まっていると考えられるので、コントローラのフロントパネルの駆動電流表示 LED 204 が点灯し、また光出力ノッセーノがコントローラの出力ポート 300 を介して遮られ。

レーザダイオードがまだ故障していないものと仮定すると、コントローラによってレーザダイオードの駆動電流が通常の動作に必要なレベルまで増大される (ステップ 420)。このレベルは通常はある程度の直線出力パワーレベルとして定義される。この必要な駆動電流は、すでにステップ 414 において求められたレーザダイオードの示す高い電流と部分発光とを割いて算出される。さらに、前面ファセットドットダイオードを測る電流を定義してその測定値をそのレーザダイオードに対するキャリブレーション値を用いてスケーリングすることによって出力パワーがチェックされ、その結果もしくは必要な駆動電流を復算する。すると、フロントパネルの「正常動作」モード LED が点灯し、「運転準備完了」メ

メッセージがホストコンピュータ208に遠隔ポートを介して送られる。この「監視開閉T」メッセージによってホストコンピュータは、レーザダイオードに結合された光リンクが通信動作を行う準備ができたことを知ることができる。

レーザダイオードが通信動作を開始した後、ステップ414から419が同時に(例は通信時間10時間ごとに1回)実行される(ステップ422)。コントローラはレーザダイオードの動作性のチェックを行う。これらの段階的な保守チェックデータはEEPROM216の適当なロケーションに保存し、ホストコンピュータ208が、この保存された保守データを検索・解析することができるようになる。

図9を参照する。レーザダイオードのデバイス動作設定ルーチン(図8に示されたプログラムのステップ414に付いて呼び出される)がステップ440において実行されて、LEDモードにおけるレーザダイオードの光出力パワーの部分特性の測定が行われる。これを実行するために、レーザダイオードの駆動電流は、最初の例では0.5mAの低い値からゆっくりと増加されて10mA増加するごとに光出力パワーが測定され、光出力パワーの値(以下)が算出される。また、光出力パワーはすでに述べたように表面ファセッティッドダイオードを用いて測定される。このシーケンスは、光出力パワーの部分特性がレーザダイオードがレーザモードに入ったことを示すまで繰り返される。

ステップ442において、レーザダイオードの駆動電流は光出力パワーの測定を行なうから、小さなきざみでゆっくりと増大され、4点あるいはそれ以上の測定において、随時にレーザダイオードがレーザ動作を行っていることを示す。光出力パワーの部分特性測定装置として得られるまでこの測定過程が繰り返される。このときの光出力パワーの部分特性はすなはち既往の動作経験におけるレーザダイオードの部分特性を表している。

次に、ステップ444において、SHDモードにおける光出力パワーラインとレーザモードにおける光出力パワーラインとの交差を求めることによってレーザダイオードのしきい値が求められる。さらに、レーザモードにおけるレーザダイオードの部分特性を用いて、あらかじめ定められた光出力パワー、例は1mAを得るために必要な動作電流が算出される。

おいては、光リンクへのデータ伝送の範囲にならないように、直読型電流の測定が行い、範囲内でのみ実行される。この測定直後の範囲は直読型電流をわずかに開けさせて測定されているバイアス点に対し1.6mAだけ変化させるだけで済み、これによってコントローラはレーザダイオードの部分特性を測定することができる。またレーザモード特性と駆動電流測定なしSHDモードの駆動電流との交差を求めることによってしきい値を決定することができる(図10を参照)。あるいはもなければ、他の測定基準では、定期的なセルフテストを実施する直前にコントローラからメッセージをRS232Cポート290を介してホストコンピュータ208に送り、データ伝送をセルフテストが終了するまで中断するようになる。

全デューブレックスリンクの立ち上げ

全デューブレックスリンク(図9の全デューブレックスリンクを参照)に対する電源投入立ち上げシーケンスは以下で示している。具体的には、レーザダイオードの駆動電流を初期動作電流まで増加させるステップである図8のステップ420が、全デューブレックスリンクの場合には図10に示したシーケンスステップに使用される。

レーザダイオードは通常人眼の目には見えない非常に高輝度のビームを放つエネルギー放出する。もしレーザダイオードの出力が誤って人眼の目に向けられると、このエネルギーによって人眼の網膜が傷つけられる。全デューブレックスリンクでは、レーザダイオードの通常の動作を制御する間にリンクが完全な状態にあることを本発明のデジタルコントローラを用いて検証することができる。

具体的には、立ち上げデバイス測定が実施され、さらに図8のステップ418が実行されたところで全デューブレックスリンクの電源投入立ち上げシーケンスプログラムは図10のステップ470に進む。ステップ470においては、レーザダイオードのデバイス電流は、最初は出力が通常動作時のパワーよりもずっと小さくなるように、例は通常動作パワーの1/10(例は、2.0mAの通常電力に対して0.2mA)に設定される。この最初の出力レベルは、図8に示されている2つのコントローラ302、313が全デューブレックスリンクの完全性テスト

コントローラを用いて各自にレーザダイオードのパッケージについて品質検査が完全に行なっていく。品質保証検査が実行するようにすることも可能である。通常はレーザダイオードが初めて電源投入されるときにのみ、さらにその後の品質検査が実行される。

もし、さもなく品質保証検査が可能であれば(ステップ446)、ルーチンは、まず最初にすでに測定されたすべてのパラメータからかじめ定められた正常動作範囲内に入っていることをチェックする(ステップ448)。もし、正常範囲内に入っていない場合には「デバイス故障」のメッセージがホストコンピュータ208に送られ、フロントパネルにデバイス状態を示すLEDが点灯する(ステップ450)。

もし、最初の品質保証検査が通過した場合には(ステップ446)、ルーチンは次にレーザダイオードの構造のチェックを行う。これはすでに測定された部分特性を用いて、通信動作範囲のすべてにわたる、例は0.5mAから1.0mAの光出力パワーを測定するに必要な電流範囲内、レーザダイオードの駆動電流を段階的に増加することによって行われる。各々の駆動電流に対して光出力パワーが表面ファセッティッドダイオードを用いて測定され、次にこれらの測定値のすべてが1次の線上に並ぶかどうかをチェックする(ステップ454)。この機能のチェックは、最小値測定を測定データに対して適用して測定データと最もよく合致する線を求め、さらにこの線から各測定点までの距離を求めることによって行われる。もし、この線から測定点までの距離からかじめ定められた値よりも大きくなったらときは、特に最大電流出力パワーにおいてそういったときは、ダイオードが損傷(例はデータタイン欠陥)を受けている可能性があり、デバイス故障メッセージがホストコンピュータ208に対して送られる(ステップ456)。もし、レーザダイオードの駆動電流が複数点テストを通過したことかしていれば(454)、「デバイス良好」メッセージがホストコンピュータに対して送られる。

図8のステップ422に従ってレーザダイオードの行状の評測定を行う際に、レーザダイオードのSHD動作モード特性はそのレーザダイオードの寿命の初期とんど変化しないのでステップ418は省略される。さらに、好適な実験結果に

を行なうのに十分な大きさになるように測定される。ここで指摘しておくべきことは、リンクは、たとえ大容量の長い距離のものであっても、その光出力強度を予測可能な非常に小さな値とする(すなはち、発生された光が光ファイバー308または313)を実現するときに並ぶパワーの強度を小さくする)ことが可能であるといふことである。また、図8のコントローラ302、313は双方ともが同じ電源投入立ち上げシーケンスルーチンを実行する。すなはち、図10のステップが2つのコントローラによっては平行して実行される。

レーザダイオードを任意出力レベルでパワー投入を行った後に、コントローラは電源ポート306で受信される光パワーの駆動成分の測定を行なう(ステップ472)。もし、リンクが完全なものであって、また他の一方のレーザダイオードの電源投入がなされていれば、完全なリンクに対応した十分に大きな光パワーが受信される(ステップ474)。もし、受信された光パワーが必要なレベルに達していないならば、このことはリンクが完全な状態ではないか、あるいは他の一方のレーザダイオードがまだ電源投入されていないかのどちらかであることを意味する。どちらの場合であっても、ルーチンは固時間隔した後(ステップ478)、ステップ472および474を光リンクの状態が完全となるまで繰り返し実行する。

リンクが完全な状態となってから、レーザダイオードの駆動電流が通信動作に必要なレベルに達するまで増大される。適時例挿絵した後、コントローラは自らに電源ポート306で受信される光パワーの駆動成分を再確認する。リンクの双方のデバイスが動作しているものと假定し、もし、どちらかの装置が相当の時間内に(典型的には100ms程度)動作出力パワーを検出できないときにはシステムはステップ470にリセットされて、リンクの立ち上げ初期を再び開始する。

あるいは他の状況においては全デューブレックスリンクの最初の送信の際に全パワーの5%で出力リンクに暗信号を行い、入力リンクに正常レベル以上の信号が受信されると、次に最初のレベルからはわずかに高く、かつ全パワーよりもずっと小さい例は全パワーの1/10のレベルまで増大される。このとき、もし入力リンクの電源光強度も同時に増加したならば、出力リンクは完全な状態

になっているので出力リンクを全パワーまで増大してデータ伝送を行うことが可能である。この実験結果による予測では全データレッシュリンクの両方のリンクの完全性が非常に検証されるまでは全パワーでの通信は行なれない。

またコントローラは、あるかじめ定められた「通信段階」受信名パワーレベルと実際に受けられた通信先パワーレベルとの比を算出する。ここで図書すべきことは、通常動作時の通信パワーレベルを半減させると、レーザダイオードの有効性はおよそ倍に長くなるということである。使って、「正確的な」受信先パワーは典型的には絶対的低パワーレベルのままで設定される。いずれにせよ、算出された比率はコントローラによって先リンクを介して送信される。このようなメッセージを送信することの目的は、リンクの他の一方の側のコントローラにそのレーザダイオードの先出力をどのように変更すべきかを知らせるためである。ほとんどの状況においては、こうすることによってコントローラはこのような手順を用いなかった場合と比較して非常に低い出力パワーレベルで通信することが可能になる。使って、使用するレーザダイオードの寿命を非常に長くすることができる。この手順を用いるとこの手順を用いないとと比較して先出力パワーレベルを下して済む理由は、このようなパワーレベルを行わないシステムでは「誤差の発生」においても対応することができるようにしておかねばならない点にある。使って、そのようなシステムでは、通常のほとんどの場合においてリンクが実際にはもっと低い先出力パワーレベルで正しく通信できるとしても、いろいろな理由で接続を失うにおいてリンクが動作できるように、十分に大きな先出力パワーレベルを発生しておく必要がある。

1つの通常な実験結果においては、このような結果はレーザダイオードの通信レベルを1.0あるいは2.0ビット/秒のような比較的高い速度で実現する(すなわち、図3に示されたライン178の信号を復元する)ことによって実現される。すべてのメッセージは高4.6ビット程度の延長が必要でない(例えば8ビットの同期ビットと、8ビットのビット数、それに4ビットのエラー検正符号)。このように長いデータが送信側を用いていても、このプロセスは高4.6ビットの延長しか必要としない。データ伝送をこのように長い延長で行う理由は、レーザダイオードがすでに説明したような比較的長い待定期を有するRC回路178

を経て実現に電気接點を経ることを防ぐ必要があるからである。

他の実験結果においては、このような状況は、マルチプレックス182を用いてデータを送ることによって実現される。こうすることによって、もっとずっと高速の例見ば1.6bit/sでデータ伝送を行うことができる。しかしながら、この実験結果においては、コントローラはそのようなメッセージを受信するためのデータ受信回路(選択せず)を受信チャンネルに接続していることが必要であり、コントローラはかなり複雑なものとなる。

詳細な実験結果においては、通信パワーレベルが必要でない場合における通信比率が1.0と定義される。比率が1.0以上である場合には、又を通信比率と1.0で割った値であるとするとき出力パワーレベルだけ増大する必要がある。値が1.0以下である場合には出力パワーレベルを減少させる必要があり、理想的な出力パワーレベルは現在の出力パワーレベルを除してさらに1.0で割った値である。

いざれにせよ、コントローラがパワーレベルメッセージリンクを介して通信しているとき、これとほとんど同時にリンクの他の側のコントローラも同じことを行っている。使って、コントローラは出力パワーレベルに従うる対応するメッセージをリンクの他の側のレーザダイオードコントローラから受信する(ステップ434)。すると、コントローラは受信したパワーレベルXに応じてその出力パワーレベルを以下のように操作する。

新たなパワーレベル=既出力パワーレベル) * X / 1.0

自ら、コントローラの送信データアシキタ184の実験結果を実現に行い、データ伝送の実際の遅延がほぼ以前の状態と同じようになるようになされる。

この結果で、リンクの両方の側のコントローラは、両方ともリンクを介してデータ伝送を行うことが可能な状態となる。

最後にコントローラは受信された信号の実験成分の保護の延長をモニタしながら、実験された信号が受信されるまで待機している。いわん、実験が開始されるとコントローラは受信した信号の実験成分の延長の延長を行ない、もし実験ならば受信チャンネルの接続路232の条件を満足して構成でデータ伝送ができるようにする(ステップ435)。

先リンクを介して送信されるデータの構造実験に関しては、先ファイバを構

成するものによってオプションとして示すことが可能な項目である。この領域内の4つのパラメータは、既出力下中のメインメニューの中の「ミュート割り出し」を選択し、表示されている信号を図11に示されているコマンドを用いて増減させることによって実現することができる。

本実験装置は現行されている3つの既定点はメインメニューの中の「既定点初期化」を実現し図に示されたコマンドを用いてユーザが既定点を増減することによって実現することができる。

メインメニュー中のデバッグコマンドを選択すると、図示されていない新たな表示画面が見れて、デバイスの接続確認、および既定下のONに記述されているデータの一覧が示され、ユーザはレーザダイオードの初期立ち上げデータを見ることができる。このようにデバッグコマンドは主として製造業者や新しいレーザダイオードの最初のテストを行う際、およびレーザダイオードが初期テスト中に故障してしまったり、古くなったりあるいはその他の理由で接続しなくなってしまったものの接続のために用いられる。

その他の実験

ここで述べたレーザダイオードでは、前面ファセットはアルミニウムなどの反射性材料で被覆されており前面ファセットをモバイスの先出力パワーレベルをニタのために用いることが不可能であることを防ぐことは重要である。このようなレーザダイオードでは、前面ファセットからレーザダイオードのパワーレベルを分離させてモニタ用ファットダイオードに供給する。典型的にはビームスプリッタを前面ファセットに接続するあるいはその近傍に置いてファットダイオードに接続させ、レーザダイオードの先出力の一部を分離して供給する。このようなレーザダイオードとファットダイオードの構成は実験的には光の輝度を実験的にによる位置と等価である。使って、「前面ファセットダイオード」という用語は常に一般に「レーザダイオードの先出力パワーレベルをモニタするためのファットダイオード」と解釈されるべきものである。

図12を実験する。既出力が供給するリンクの他の構成方法は1つのディジタルコントローラを用いて複数のレーザダイオードの動作点およびその他の動作パラメータの制御を行う方法である。例えば、1つのレーザダイオードを用いて、

既出された実験用の表示図はキーボードから<CTRL>Dのコマンドを

本、機、器、により測定値等を処理するのに用いるチャンネルを有する選択器チャレンジを介してコンピュータとカーテンユタとの間でリンクすることができる。1つのコントローラを多段のレーザダイオードに対して用いることができる。レーザダイオードを立ち上げてモニタするソフトウェアの実行は各々1つのレーザダイオードに対しては非常に短時間しか必要としないからであり、また不確実性をモニタに記録すべきデータ量は、1つのレーザダイオード当たりに対しては通常は1つのEEPROMデータのメモリ容量と比較してあるいはマイクロコントローラ上に記録されたEEPROMと比較してさえもはるかに少ないからである。

以上に、本発明をいくつかの実施例について説明したが、これらの記述は本に本発明の範囲のためのものであって、本発明がこれらのみに限定されるわけではない。自ずとによっていろいろな変形が本特許の請求範囲に定義された本発明の実の精神と範囲とを逸脱することなく可能であることは明らかであろう。

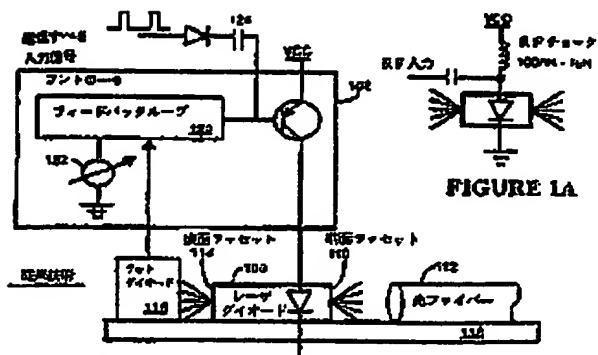


FIGURE 1A

FIGURE 1

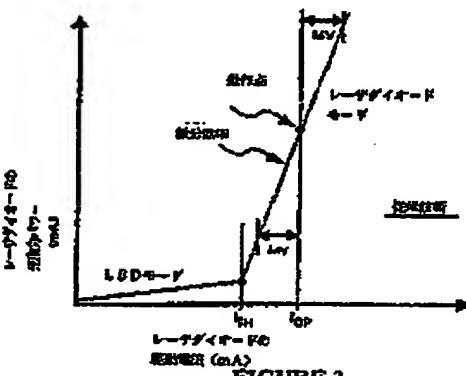


FIGURE 2

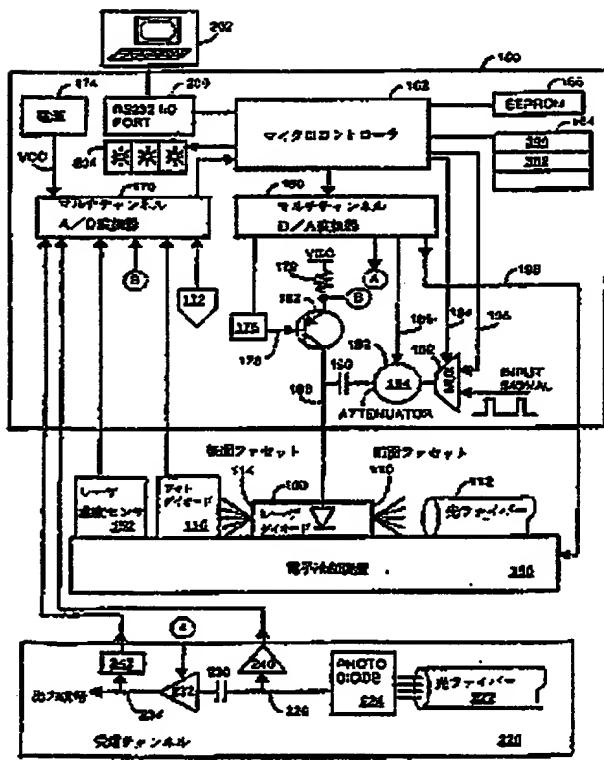


FIGURE 3

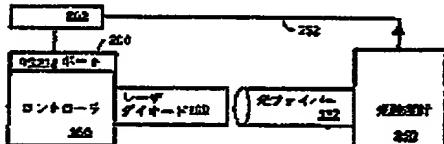


FIGURE 4

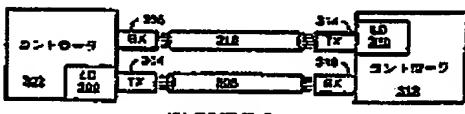


FIGURE 5

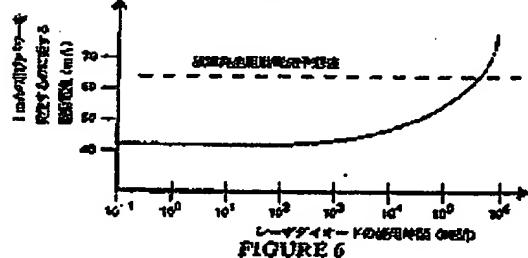
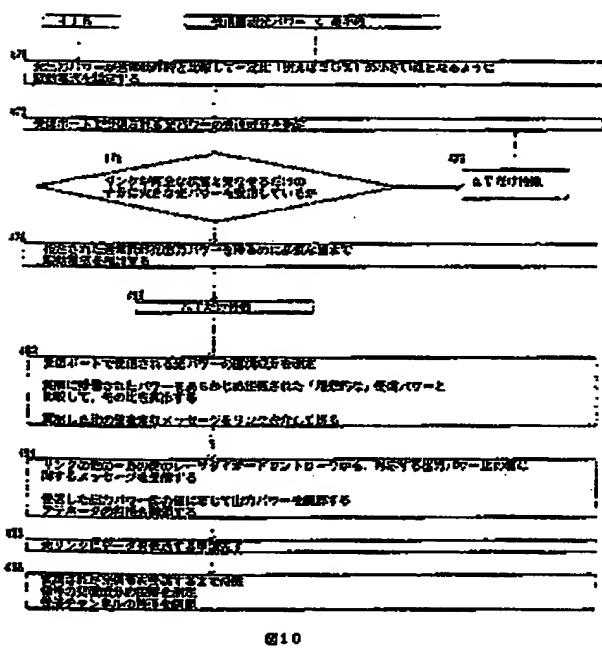
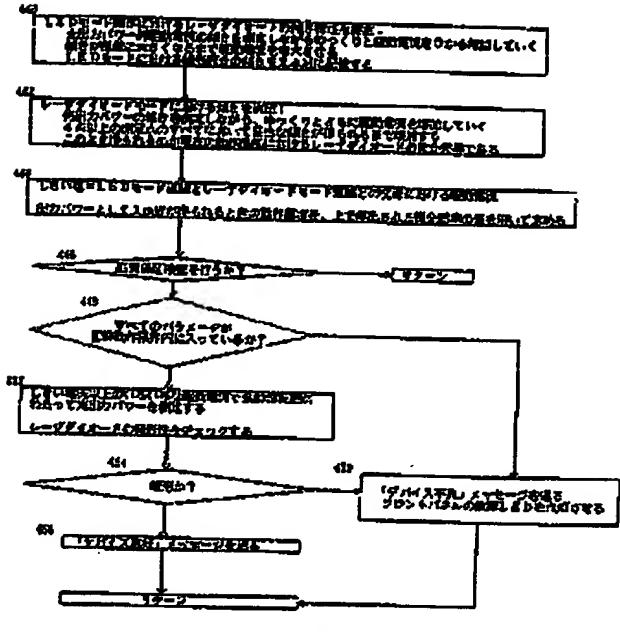
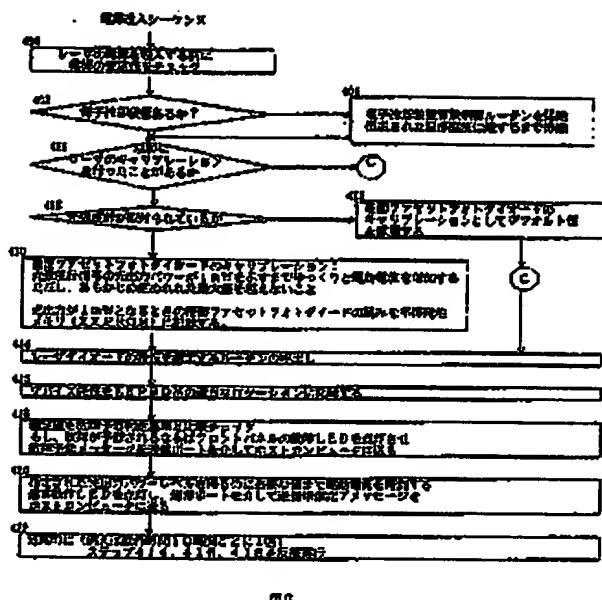


FIGURE 6

レーザダイオードの駆動回路	
RS232-C ポート	221
RS232-C ポート	222
RS232-C ポート	223
RS232-C ポート	224
RS232-C ポート	225
RS232-C ポート	226
RS232-C ポート	227
RS232-C ポート	228
RS232-C ポート	229
RS232-C ポート	230
RS232-C ポート	231
RS232-C ポート	232
RS232-C ポート	233
RS232-C ポート	234
RS232-C ポート	235
RS232-C ポート	236
RS232-C ポート	237
RS232-C ポート	238
RS232-C ポート	239
RS232-C ポート	240
RS232-C ポート	241
RS232-C ポート	242
RS232-C ポート	243
RS232-C ポート	244
RS232-C ポート	245
RS232-C ポート	246
RS232-C ポート	247
RS232-C ポート	248
RS232-C ポート	249
RS232-C ポート	250
RS232-C ポート	251
RS232-C ポート	252
RS232-C ポート	253
RS232-C ポート	254
RS232-C ポート	255
RS232-C ポート	256
RS232-C ポート	257
RS232-C ポート	258
RS232-C ポート	259
RS232-C ポート	260
RS232-C ポート	261
RS232-C ポート	262
RS232-C ポート	263
RS232-C ポート	264
RS232-C ポート	265
RS232-C ポート	266
RS232-C ポート	267
RS232-C ポート	268
RS232-C ポート	269
RS232-C ポート	270
RS232-C ポート	271
RS232-C ポート	272
RS232-C ポート	273
RS232-C ポート	274
RS232-C ポート	275
RS232-C ポート	276
RS232-C ポート	277
RS232-C ポート	278
RS232-C ポート	279
RS232-C ポート	280
RS232-C ポート	281
RS232-C ポート	282
RS232-C ポート	283
RS232-C ポート	284
RS232-C ポート	285
RS232-C ポート	286
RS232-C ポート	287
RS232-C ポート	288
RS232-C ポート	289
RS232-C ポート	290
RS232-C ポート	291
RS232-C ポート	292
RS232-C ポート	293
RS232-C ポート	294
RS232-C ポート	295
RS232-C ポート	296
RS232-C ポート	297
RS232-C ポート	298
RS232-C ポート	299
RS232-C ポート	300
RS232-C ポート	301
RS232-C ポート	302
RS232-C ポート	303
RS232-C ポート	304
RS232-C ポート	305
RS232-C ポート	306
RS232-C ポート	307
RS232-C ポート	308
RS232-C ポート	309
RS232-C ポート	310
RS232-C ポート	311
RS232-C ポート	312
RS232-C ポート	313
RS232-C ポート	314
RS232-C ポート	315
RS232-C ポート	316
RS232-C ポート	317
RS232-C ポート	318
RS232-C ポート	319
RS232-C ポート	320
RS232-C ポート	321
RS232-C ポート	322
RS232-C ポート	323
RS232-C ポート	324
RS232-C ポート	325
RS232-C ポート	326
RS232-C ポート	327
RS232-C ポート	328
RS232-C ポート	329
RS232-C ポート	330
RS232-C ポート	331
RS232-C ポート	332
RS232-C ポート	333
RS232-C ポート	334
RS232-C ポート	335
RS232-C ポート	336
RS232-C ポート	337
RS232-C ポート	338
RS232-C ポート	339
RS232-C ポート	340
RS232-C ポート	341
RS232-C ポート	342
RS232-C ポート	343
RS232-C ポート	344
RS232-C ポート	345
RS232-C ポート	346
RS232-C ポート	347
RS232-C ポート	348
RS232-C ポート	349
RS232-C ポート	350
RS232-C ポート	351
RS232-C ポート	352
RS232-C ポート	353
RS232-C ポート	354
RS232-C ポート	355
RS232-C ポート	356
RS232-C ポート	357
RS232-C ポート	358
RS232-C ポート	359
RS232-C ポート	360
RS232-C ポート	361
RS232-C ポート	362
RS232-C ポート	363
RS232-C ポート	364
RS232-C ポート	365
RS232-C ポート	366
RS232-C ポート	367
RS232-C ポート	368
RS232-C ポート	369
RS232-C ポート	370
RS232-C ポート	371
RS232-C ポート	372
RS232-C ポート	373
RS232-C ポート	374
RS232-C ポート	375
RS232-C ポート	376
RS232-C ポート	377
RS232-C ポート	378
RS232-C ポート	379
RS232-C ポート	380
RS232-C ポート	381
RS232-C ポート	382
RS232-C ポート	383
RS232-C ポート	384
RS232-C ポート	385
RS232-C ポート	386
RS232-C ポート	387
RS232-C ポート	388
RS232-C ポート	389
RS232-C ポート	390
RS232-C ポート	391
RS232-C ポート	392
RS232-C ポート	393
RS232-C ポート	394
RS232-C ポート	395
RS232-C ポート	396
RS232-C ポート	397
RS232-C ポート	398
RS232-C ポート	399
RS232-C ポート	400
RS232-C ポート	401
RS232-C ポート	402
RS232-C ポート	403
RS232-C ポート	404
RS232-C ポート	405
RS232-C ポート	406
RS232-C ポート	407
RS232-C ポート	408
RS232-C ポート	409
RS232-C ポート	410
RS232-C ポート	411
RS232-C ポート	412
RS232-C ポート	413
RS232-C ポート	414
RS232-C ポート	415
RS232-C ポート	416
RS232-C ポート	417
RS232-C ポート	418
RS232-C ポート	419
RS232-C ポート	420
RS232-C ポート	421
RS232-C ポート	422
RS232-C ポート	423
RS232-C ポート	424
RS232-C ポート	425
RS232-C ポート	426
RS232-C ポート	427
RS232-C ポート	428
RS232-C ポート	429
RS232-C ポート	430
RS232-C ポート	431
RS232-C ポート	432
RS232-C ポート	433
RS232-C ポート	434
RS232-C ポート	435
RS232-C ポート	436
RS232-C ポート	437
RS232-C ポート	438
RS232-C ポート	439
RS232-C ポート	440
RS232-C ポート	441
RS232-C ポート	442
RS232-C ポート	443
RS232-C ポート	444
RS232-C ポート	445
RS232-C ポート	446
RS232-C ポート	447
RS232-C ポート	448
RS232-C ポート	449
RS232-C ポート	450
RS232-C ポート	451
RS232-C ポート	452
RS232-C ポート	453
RS232-C ポート	454
RS232-C ポート	455
RS232-C ポート	456
RS232-C ポート	457
RS232-C ポート	458
RS232-C ポート	459
RS232-C ポート	460
RS232-C ポート	461
RS232-C ポート	462
RS232-C ポート	463
RS232-C ポート	464
RS232-C ポート	465
RS232-C ポート	466
RS232-C ポート	467
RS232-C ポート	468
RS232-C ポート	469
RS232-C ポート	470
RS232-C ポート	471
RS232-C ポート	472
RS232-C ポート	473
RS232-C ポート	474
RS232-C ポート	475
RS232-C ポート	476
RS232-C ポート	477
RS232-C ポート	478
RS232-C ポート	479
RS232-C ポート	480
RS232-C ポート	481
RS232-C ポート	482
RS232-C ポート	483
RS232-C ポート	484
RS232-C ポート	485
RS232-C ポート	486
RS232-C ポート	487
RS232-C ポート	488
RS232-C ポート	489
RS232-C ポート	490
RS232-C ポート	491
RS232-C ポート	492
RS232-C ポート	493
RS232-C ポート	494
RS232-C ポート	495
RS232-C ポート	496
RS232-C ポート	497
RS232-C ポート	498
RS232-C ポート	499
RS232-C ポート	500
RS232-C ポート	501
RS232-C ポート	502
RS232-C ポート	503
RS232-C ポート	504
RS232-C ポート	505
RS232-C ポート	506
RS232-C ポート	507
RS232-C ポート	508
RS232-C ポート	509
RS232-C ポート	510
RS232-C ポート	511
RS232-C ポート	512
RS232-C ポート	513
RS232-C ポート	514
RS232-C ポート	515
RS232-C ポート	516
RS232-C ポート	517
RS232-C ポート	518
RS232-C ポート	519
RS232-C ポート	520
RS232-C ポート	521
RS232-C ポート	522
RS232-C ポート	523
RS232-C ポート	524
RS232-C ポート	525
RS232-C ポート	526
RS232-C ポート	527
RS232-C ポート	528
RS232-C ポート	529
RS232-C ポート	530
RS232-C ポート	531
RS232-C ポート	532
RS232-C ポート	533
RS232-C ポート	534
RS232-C ポート	535
RS232-C ポート	536
RS232-C ポート	537
RS232-C ポート	538
RS232-C ポート	539
RS232-C ポート	540
RS232-C ポート	541
RS232-C ポート	542
RS232-C ポート	543
RS232-C ポート	544
RS232-C ポート	545
RS232-C ポート	546
RS232-C ポート	547
RS232-C ポート	548
RS232-C ポート	549
RS232-C ポート	550
RS232-C ポート	551
RS232-C ポート	552
RS232-C ポート	553
RS232-C ポート	554
RS232-C ポート	555
RS232-C ポート	556
RS232-C ポート	557
RS232-C ポート	558
RS232-C ポート	559
RS232-C ポート	560
RS232-C ポート	561
RS232-C ポート	562
RS232-C ポート	563
RS232-C ポート	564
RS232-C ポート	565
RS232-C ポート	566
RS232-C ポート	567
RS232-C ポート	568
RS232-C ポート	569
RS232-C ポート	570
RS232-C ポート	571
RS232-C ポート	572
RS232-C ポート	573
RS232-C ポート	574
RS232-C ポート	575
RS232-C ポート	576
RS232-C ポート	577
RS232-C ポート	578
RS232-C ポート	579
RS232-C ポート	580
RS232-C ポート	581
RS232-C ポート	582
RS232-C ポート	583
RS232-C ポート	584
RS232-C ポート	585
RS232-C ポート	586
RS232-C ポート	587
RS232-C ポート	588
RS232-C ポート	589
RS232-C ポート	590
RS232-C ポート	591
RS232-C ポート	592
RS232-C ポート	593
RS232-C ポート	594
RS232-C ポート	595
RS232-C ポート	596
RS232-C ポート	597
RS232-C ポート	598
RS232-C ポート	599
RS232-C ポート	600
RS232-C ポート	601
RS232-C ポート	602
RS232-C ポート	603
RS232-C ポート	604
RS232-C ポート	605
RS232-C ポート	606
RS232-C ポート	607
RS232-C ポート	608
RS232-C ポート</	



記号	AO & DO	出力	レーザ駆動コマンド
モード (m A)	DO1X	XXXX	<> 運転モード
遮断電圧 (m V)	DO2X	XXXX	<>CR> 実行/ノイズノルム
RFアーマー	DO3X	XXXX	0.1 地球・電磁
Uデータ (C)	DO4X	XXXX	0.5 地球・半導
DC-アダス		YYYY	0.1 地球・電磁
TBC	DO5X	YYYY	0.5 地球・半導
RF744-0		YYYY	0.1 地球・電磁
遮断電圧 (C)	DO6X	XXXX	0.5 地球・半導

FIGURE 11

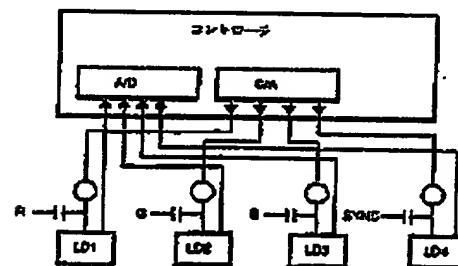


FIGURE 12

-13-

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.